

دراسة مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في المنشآت النفطية والبيئة المحيطة

م. إبراهيم بلعيد المرابط
كلية التقنية الصناعية-مصراتة
Ibrahim.almurabit@gmail.com

د. سالم عبد السلام التريكي
كلية التقنية الصناعية-مصراتة
salematrki@yahoo.com

أ. عادل صالح عامر
كلية الهندسة-مصراتة
a.amer@eng.misuratau.edu.ly

أ. محمد نجيب الطيب طرينة
كلية التقنية الصناعية-مصراتة
Najib.train@yahoo.com

الملخص

يعد غاز كبريتيد الهيدروجين أحد أهم الملوثات الغازية المصاحبة لصناعة النفط والغاز، ذات التأثير السام المباشر والخطير في مواقع العمل بالحقول النفطية، حيث تمتد آثاره لإحداث أضرار على البيئة المحيطة. وفي هذه الورقة سيتم دراسة خصائص غاز كبريتيد الهيدروجين ومصادره وتأثيراته الصحية والبيئية، وبيان الخطوات المناسبة لتجنب أضراره، كما تتناول أيضاً تحديد أماكن تواجده عن طريق القياسات العملية، وتحديد مستوى تركيز الغاز في مواقع العمل بحقل آمال والغاني النفطي التابعين لشركة الهروج للعمليات النفطية كإحدى الشركات العاملة في ليبيا، وكذلك قياسه في البيئة المحيطة بحقل آمال في المحطة-9 بواحة أوجلة. ينبعث غاز كبريتيد الهيدروجين في الحقول النفطية بعدة طرق في بعض العمليات التي تجرى داخل الحقل مثل: عمليات تصريف وفصل المياه المرافقة للنفط، وإطلاق الغازات المحتوية على غاز كبريتيد الهيدروجين في الهواء الجوي، وكذلك عمليات التصريف والتنظيف الخاصة بمعدات معالجة النفط الخام والعديد من العمليات الأخرى، ومن خلال النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة يتضح أن مستوى تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) بمعظم مواقع العمل والبيئة المحيطة لهذه المواقع التي أجريت عليها الدراسة تتجاوز الحدود المسموح بها دولياً وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية ومعهد النفط الأمريكي.

استلمت الورقة بتاريخ 2021/12/21، وقبلت بتاريخ 2021/12/30، ونشرت بتاريخ الكلمات المفتاحية: غاز كبريتيد الهيدروجين، البيئة المحيطة، العمليات النفطية، القياسات، الملوثات.

ه. مناقشة القراءات التي تم الحصول عليها في البيئة المحيطة ومقارنتها مع المعايير البيئية التي وضعتها المنظمات العالمية بالنسبة للتعرض المومن للغاز.

و. تقديم توصيات والحلول المناسبة من الناحية الاقتصادية والبيئية للتعامل مع غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S)، استنتاجها من أبحاث من أجراء هذه الدراسة.

وحسب علم الباحث، أن الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع محدودة ولا توجد دراسات تفصيلية متكاملة عن حقل آمال والغاني النفطي إلا أن هناك دراسة قريبه لها. حيث قام عبد الرحمن المخرم ومحمد الطيب (2014) بإعداد دراسة بعنوان قياس مستوى تركيز كبريتيد الهيدروجين في حقل النافورة التابع لشركة الخليج العربي للنفط، أجريت الدراسة العملية في حقل النافورة التابع لشركة الخليج العربي للنفط خلال الفترة من 4 إلى 2013/2/9م. وتمحورت الدراسة حول قياس مستوى تركيز كبريتيد الهيدروجين بالموقع قيد الدراسة، باعتباره أحد أهم الملوثات الغازية التي تحدث في الصناعات النفطية وأكثرها ضرراً على المحيط البيئي الداخلي والخارجي. حيث شملت الدراسة قياس تركيز (H₂S) بالمواقع التالية: 1- المحطات وعددها أربعة 2- آبار المحطة وعددها ثلاثة آبار. 3- الخزانات الخاصة بالمحطة وعددها ثلاثة. 4- الأقسام داخل الحقل وعددها سبعة.

ومن خلال النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث، يتضح أن مستوى تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين بمعظم المواقع التي خضعت للدراسة بحقل النافورة تتجاوز الحدود المسموح بها دولياً (10 PPM) لمدة 8 ساعات وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية. كما أن زمن التعرض للعاملين لتلك المستويات من الغاز في تلك المواقع يحدد شدة الخطورة التي تتجاوز أدنى القيم لمستوى تركيز (H₂S)، أي أن جرعة التعرض للعاملين تعتمد على زمن التعرض حسب

1. المقدمة

كبريتيد الهيدروجين هو مركب كيميائي صيغته الجزيئية H₂S وهو غاز عديم اللون قابل للاشتعال كبريه الرائحة تشبه رائحته البيض الفاسد، وهو غاز أثقل من الهواء ولذلك تجده في الأماكن العميقة في حالة تسربه. يستخرج مع الغاز المصاحب للبترول ذو رائحة نفاذة كبريه، ويكون أملاحاً من السلفيد (الكبريتيد) ويوجد غاز كبريتيد الهيدروجين بصورة طبيعية في البيئة أو نتيجة النشاطات البشرية الصناعية، وقد يتكون وينبعث حيثما تكون النفايات التي تحتوي على الكبريت قد تفتت بفعل البكتيريا، يحدث ذلك في الصرف الصحي وخزانات التعفين، والنفايات ومخلفات المواشي ومصاريق المياه الخاصة بالإنسان كما يوجد هذا الغاز في المياه الجوفية والمستنقعات الملحية، وحقول النفط ومياه البحيرات الكبريتية الحارة [1].

وتهدف هذه الدراسة إلى التنبيه عن مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في الحقول النفطية والبيئة المحيطة، وما ينتج عنها من آثار ومضاعفات سامة في مواقع العمل والمناطق المجاورة، وبهذا يمكن تلخيص أهداف الدراسة في النقاط التالية:

أ. التعرف على خصائص غاز كبريتيد الهيدروجين ومصادره وتأثيراته الصحية والبيئية.

ب. قياس نسبة تواجد غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في مواقع العمل لكل من حقل آمال والغاني النفطي.

ج. توضيح خطورة هذا الغاز وأضراره على البيئة المحيطة حيث تم أخذ واحة أوجلة موقع للدراسة وإجراء قياسات تواجد هذا الغاز في المنطقة.

د. مقارنة القياسات التي تم الحصول عليها مع النسب المسموح بها التي وضعتها منظمة الصحة العالمية بالنسبة للتعرض للغاز في مواقع العمل.

5. قراءات قياس غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في الهواء الجوي لمحطة الزناد

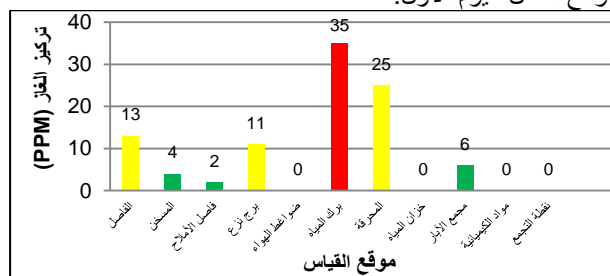
يتم قياس كمية غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) باستخدام الجهاز الخاص بذلك مع معدات الحماية الشخصية للوقاية من مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S)، وقام بها الباحثين بحكم موقع عملهم ونتيجة للقياسات المرتفعة في المحطة انطلقت فكرة المشروع باستكمال القياسات في حقل أمال. وتم رصدها في الجداول التالية توضح قراءات غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في الهواء الجوي لمحطة الزناد - حقل الغاني لمدة ستة أيام في مواقع وأوقات مختلفة.

والجدول (1) يبين قراءات اليوم الأول لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في الهواء الجوي لمحطة الزناد-حقل الغاني.

جدول (1) قراءات اليوم الأول لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في الهواء الجوي لمحطة الزناد- حقل الغاني

أماكن أخذ القياسات	زمن الاختبار	داخل غرفة التحكم (PPM)	خارج غرفة التحكم (PPM)
الفصل	7:00	0	13
المسخن	7:20	0	4
فاصل الأملاح	7:40	0	2
برج نزع كبريتيد الهيدروجين	8:00	0	11
ضواغط الهواء	8:20	0	0
برك المياه المصاحبة	8:40	0	35
المحرقة	9:00	0	25
خزان المياه	9:20	0	0
مجمع الآبار	9:40	0	6
خزان مواد الكيميائية	10:00	0	0
نقطة التجمع	10:20	0	0

والشكل (1) يوضح مخطط تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مواقع العمل لليوم الأول.



شكل (1) مخطط تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مواقع العمل لليوم الأول. والجدول (2) يوضح متوسط القراءات لمدة ستة أيام لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في الهواء الجوي للمحطة الزناد-حقل الغاني.

والشكل (2) يوضح مخطط تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مواقع العمل لمتوسط القراءات لعدد ستة أيام.

المعايير المعتمدة دولياً. وبهذا يكون أعلى مستوى لتركيز (H₂S) الذي تم رصده في هذه الدراسة (100 PPM) في المحطات التابعة للحقل، ويشير ذلك لوجود خطورة مباشرة على صحة العاملين بتلك المواقع. [2]

2. مستويات التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين

المستوى الحالي المسموح للتعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين في معظم المدن والعواصم العالمية يتراوح بين (0.033 PPM) إلى (0.13 PPM) ويصل في وقت الذروة إلى (0.33 PPM) وفي التجمعات العمالية الكبرى والسكنية ولفترة 8 ساعات تسمح بعض الحكومات بمستوى تعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين ضمن المجال (7-10 PPM). وفي المؤتمر الأمريكي الصناعي والحكومي (أوصى برفع عتبة التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين إلى (10 PPM) تعرض طويل الأمد (ويصل المستوى إلى حد (15PPM) لزم من ليس أكبر من 15 دقيقة وبمعدل لا يزيد عن أربع مرات باليوم [3].

3. غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في النفط الخام

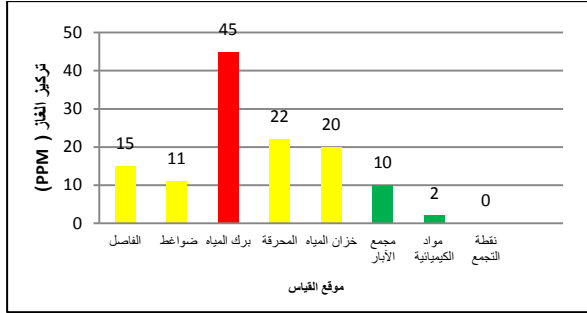
يعرف كبريتيد الهيدروجين باسم الملوث البيئي، وهذا ينتج بشكل طبيعي في النفط الخام والغاز الطبيعي والغازات الحامضية، غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) هو منتج ثانوي لعمليات إزالة الكبريت في الزيت والصناعات الغازية وإنتاج المشتقات النفطية ومعالجة المياه المصاحبة للنفط، إن الغاز الطبيعي والغازات المرتبطة بالنفط الخام تحتوي على كميات متفاوتة من غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) بكميات ضئيلة من 70% إلى 80% أي ما يعادل من 700000 إلى 800000 (PMM) [4].

4. التعرض البشري

قد يتعرض البشر لغاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) من مصادر إنتاجه سواء كانوا العاملين داخل المحطة أو سكان المناطق القريبة من المحطة، غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) يميل إلى أن يكون مشكلة في المجتمعات الموجودة بالقرب من المواقع الصناعية المختلفة، حيث أن أغلب السكان قد يتعرضون لكبريتيد الهيدروجين (H₂S) من خلال تصريف الغاز الطبيعي من الآبار أثناء عمليات الحفر بالقرب من المناطق السكنية، حيث أدى تسرب غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) بسبب خلل في حقل نفط في بوزا ريكا بالمكسيك في سنة 1950 إلى تعرض 320 شخص أثناء استنشاقهم لهذا الغاز وتم نقلهم للمستشفى، حيث توفي 22 شخص (حسب منظمة الصحة العالمية WHO) [5].

الأشخاص الذين يعيشون بالقرب من مواقع إنتاج النفط والغاز يتعرضون لخطر مزمن بتركيزات منخفضة جداً، بسبب التعرض المستمر لهذا الغاز، ولكن مع ذلك فإن مستويات الخطر نتيجة التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) الموجودة في تقارير وكالة حماية البيئة يوضح أن انبعاثات غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) من استخراج النفط والغاز يؤكد أنه بسبب قرب آبار النفط والغاز من مناطق التجمعات السكانية، حيث أنه قد يكون عدد السكان المتضررين كبيراً مما يؤدي إلى زيادة احتمالية الإصابات البشرية ومن ثم قفل موقع الإنتاج من قبل السكان أو المنظمات البيئية في الدولة [6].

والشكل (3) يمثل تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مواقع العمل لليوم الأول.



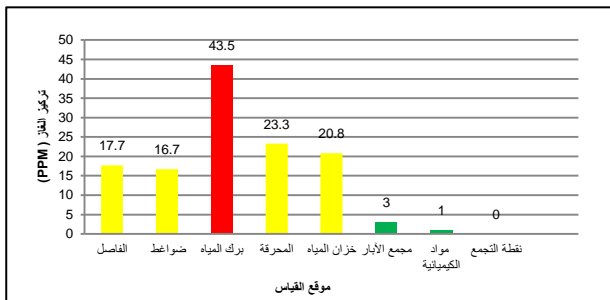
شكل (3) تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مواقع العمل لليوم الأول

والجدول (4) يوضح متوسط القراءات لمدة ستة أيام لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الهواء الجوي لمحطة حقل الأمل.

جدول (4) متوسط القراءات لمدة ستة أيام لقياس تركيز لغاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الهواء الجوي لمحطة حقل الأمل

متوسط القراءات	اليوم						أماكن أخذ القياسات
	6	5	4	3	2	1	
17.7	17	19	20	25	10	15	الفاصل
16.7	15	19	20	24	11	11	ضواغط الهواء
43.5	40	44	47	43	42	45	برك المياه
23.3	19	18	23	27	31	22	المحرقة
20.8	18	17	21	28	21	20	خزان المياه
3	5	2	1	0	0	10	مجمع الأبار
1	0	0	3	0	1	2	خزان مواد الكيميائية
0	0	0	0	0	0	0	نقطة التجمع

والشكل (4) يوضح مخطط يمثل متوسط تركيز لغاز كبريتيد الهيدروجين في مواقع العمل خلال ستة أيام.



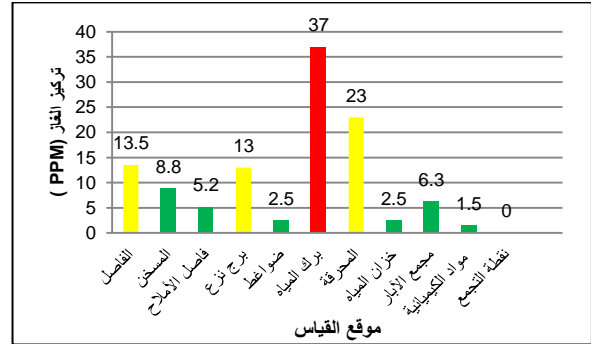
شكل (4) مخطط يمثل متوسط تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مواقع العمل خلال ستة أيام

7. مناقشة نتائج القياسات في محطة الزناد ومحطة 9

يتضح من خلال القياسات التي أجريت من قبل الباحثين في محطة الزناد- حقل الغاني النفطي والمحطة 9- حقل أمل النفطي أن مدى تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين يتراوح بين (10-45 PPM)، ويتبين أيضا أن بعض مواقع العمل ضمن حدود التعرض للغاز المسموح به، وأماكن أخرى تكون فيها مستويات الغاز عالية لا يُسمح العمل بها، حيث لا تسمح معايير منظمة

جدول (2) متوسط القراءات لمدة ستة أيام لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الهواء الجوي لمحطة الزناد-حقل الغاني

أماكن أخذ القياسات	اليوم						متوسط القراءات
	6	5	4	3	2	1	
الفاصل	15	13	10	15	15	13	13.5
المسخن	17	10	8	11	10	4	8.8
فاصل الأملاح	11	6	4	4	4	2	5.2
برج نزع H_2S	19	12	10	12	14	11	13
ضواغط الهواء	5	4	1	3	2	0	2.5
برك المياه المصاحبة	39	38	33	37	40	35	37
المحرقة	18	29	19	24	23	25	23
خزان المياه	7	2	2	2	2	0	2.5
مجمع الأبار	11	4	6	5	6	6	6.3
خزان مواد الكيميائية	2	0	2	1	4	0	1.5
نقطة التجمع	0	0	0	0	0	0	0



شكل (2) مخطط تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مواقع العمل لمتوسط القراءات لمدة ستة أيام.

6. قراءات غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الهواء الجوي لمحطة حقل الأمل

أجرى الباحثون قياسات غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الهواء الجوي للمحطة 9 - حقل الأمل لمدة ستة أيام في مواقع وأوقات مختلفة وحساب المتوسط.

ويوضح الجدول (3) قراءات اليوم الأول لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الهواء الجوي للمحطة 9-حقل الأمل.

جدول (3) قراءات اليوم الأول لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين للمحطة 9-حقل الأمل

أماكن أخذ القياسات	خارج غرفة التحكم (PPM)	داخل غرفة التحكم (PPM)	زمن الاختبار
الفاصل	15	0	07:00
ضواغط الهواء	11	0	07:30
برك المياه المصاحبة	45	0	08:00
المحرقة	22	0	08:30
خزان المياه	20	0	09:00
مجمع الأبار	10	0	09:30
خزان مواد الكيميائية	2	0	10:00
نقطة التجمع	0	0	10:30



شكل (7) المحرقة



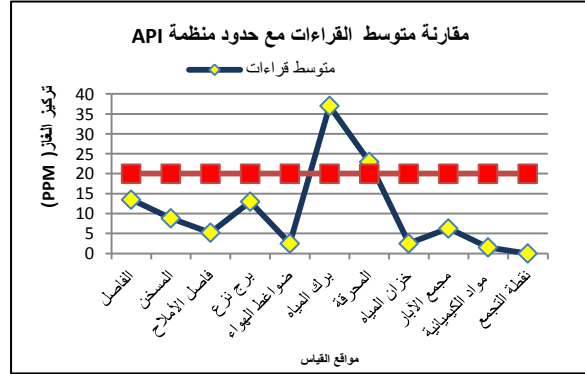
شكل (8) محطة رقم 9- حقل أمال

8. قياس نسبة تواجد غاز كبريتيد الهيدروجين في البيئة المحيطة (واحة أوجلة)

أجريت قياسات غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) على مسافات مختلفة من مصادر الغاز بالقرب من محطة معالجة النفط رقم 9- حقل أمال النفطي في واحة أوجلة وتم اختيار المواقع القريبة من المزارع على أساس قربهم من مصادر مختلفة لانبعاث الغاز. تمت مراقبة غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في خمسة مواقع في ضواحي واحة أوجلة بالتحديد داخل المزارع، شمال شرق منشأة النفط، والمسافات بين موقع واحد والآخر تتراوح بين 500 متر و1000 متر لضمان أن معظم المزارع قريبة من محطة النفط التي تغطيها هذه الدراسة، كان بعد هذه المواقع حوالي 2 كم من محطة إنتاج النفط و فقط مئات الأمتار من آبار النفط. تم تحديد جميع نقاط أخذ العينات ووضع علامة عليها. أخذت عينات غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الهواء المحيط مرتين في اليوم لمدة ستة أيام، تم تجميع عينات لتنفيذ الاختبار في أوقات مختلفة وذلك للاختلاف المرتبط بالتغير في ظروف الأرصاد الجوية. فترة أخذ العينات لكل عينة حوالي 10 إلى 30 ثانية لكل عينة يعتمد على تركيز (H_2S). وقد تكرر أخذ العينات عدة مرات في كل موقع لتأكيد القراءات ولخدمة أغراض إحصائية في الحصول على بيانات أكثر دقة.

ظروف الأرصاد الجوية، مثل درجة الحرارة المحيطة، سرعة الرياح، اتجاه الرياح، تم تسجيل الضغط والرطوبة طوال فترة أخذ العينات لربط قراءات غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) مع الظروف الجوية و المساعدة في تحديد الشروط التي تسهم في ارتفاع انبعاث غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، والشكل (9) يوضح مواقع أخذ قياسات غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في مزارع واحة أوجلة.

API القيام بأية أعمال نفطية إنتاجية فعالة عند مستويات تتجاوز عتبة التحسس أي فوق (20 PPM). والشكل (5) يوضح منحني يمثل مقارنة تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في محطة الزناد مع (API).

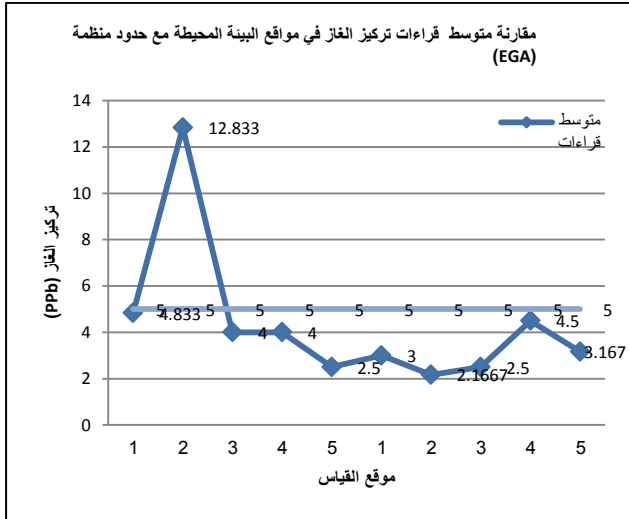


شكل (5) منحني يمثل مقارنة تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في محطة الزناد مع (API)

ومن خلال هذه القياسات يتبين أن برك المياه المصاحبة والمحرقة هي أكثر الأماكن التي تحتوي على غاز كبريتيد الهيدروجين؛ وذلك نتيجة للتعامل السيئ مع المياه المصاحبة للنفط الخام ووضعها في برك المياه المصاحبة مكشوفة للهواء الجوي والشكل (6) يوضح برك المياه المصاحبة، وأما بالنسبة للمحرقة فيرتفع فيها نسبة الغاز أيضا نتيجة لانتشار الغاز الطبيعي مصحوبا بغاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وحرقه في الهواء الجوي مع وجود كمية من الغاز غير محروقة نتيجة لانخفاض الضغط والشكل (7) يوضح المحرقة، أدى التعامل السيئ للمياه والغاز لانتشار غاز كبريتيد الهيدروجين داخل محطات وحقول النفط مما يجعل العمل بها خطيرا وكذلك انتشاره في البيئة المحيطة والتجمعات السكانية القريبة من مواقع إنتاج النفط وسنتطرق لهذا الجانب في القراءات التي تتعلق بالبيئة والشكل (8) يوضح محطة 9 - حقل أمال النفطي.



شكل (6) برك المياه المصاحبة



شكل (10) منحنى مقارنة متوسط قراءات تركيز الغاز كبريتيد الهيدروجين في البيئة مع منظمة (EGA)

تقع معظم القراءات المقاسة بمواقع أخذ العينات الخمسة ضمن الحدود التوجيهية التي يجب عدم تجاوزها ولكن في الموقع رقم 2 تجاوز الحد المسموح به الذي لا يزيد عن (5 PPb)، من المحتمل أن تتعدى التركيزات البيئية في بعض المواقع معايير EGA والعديد من المعايير التنظيمية للبلدان الأخرى، وقد وضعت لحماية صحة الإنسان.

كان أعلى تعرض لغاز H_2S يقع على بعد 1.5 كم من محطة الزيت، مع تركيز تتراوح بين (1-45 PPb) من غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، برك المياه المصاحبة التي تقع غرب المحطة المحتوي على كبريتيد الهيدروجين (H_2S) هي التي ساهمت في ارتفاع قياسات غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وارتفاعها المبالغ فيه، التعرض الثابت للتركيز المنخفضة من الغاز قد يؤدي إلى الصداع والغثيان واضطرابات النوم، ويسبب أيضا أضرار في الجهاز العصبي المركزي، الجهاز التنفسي، الأذن والأنف والحنجرة، من الممكن أيضا أن التعرض لهذه المستويات من تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) قد تسبب آثارا صحية خطيرة وطويلة الأجل، وعلاوة على ذلك التعرض المزمّن لتركيزات منخفضة قد يسبب في أعراض عصبية مثل التعب وفقدان الشهية والتهييج وفقدان الذاكرة والصداع والدوار، علماء الصحة العامة يدركون الآن أن غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) قوي التأثير من الناحية العصبية علي صحة الإنسان، وأن التعرض المزمّن في المناطق المحيطة وحتى ولو مستويات منخفضة يسبب أضرارا لا رجعة فيها في الدماغ والجهاز العصبي المركزي، والأطفال هم الأكثر عرضة لهذا الغاز السام.

10. الاستنتاجات

من خلال دراسة تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في الحقول النفطية والمناطق المجاورة لحقلي آمال والغاني استنتج الباحث النقاط التالية:

❖ خطر المياه المحتوية على غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

المياه المنتجة في المحطات الإنتاجية والمفصولة عن الزيت المحتوي على كبريتيد الهيدروجين توضع في الجوابي المكشوفة في الهواء الجوي والتي تكون قريبة من محطات الإنتاج فإنها تسبب ضرراً كبيراً للعاملين بهذه المحطات والبيئة المحيطة ومن خلال



شكل (9) مواقع أخذ قياسات غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في مزارع واحة أوجلة

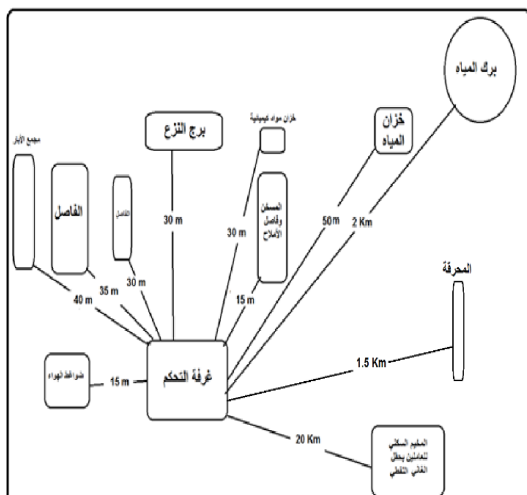
والجدول (5) يوضح متوسط القراءات لمدة ستة أيام لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في البيئة المحيطة (واحة أوجلة).

جدول (5) متوسط القراءات لمدة ستة أيام لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في البيئة المحيطة (واحة أوجلة)

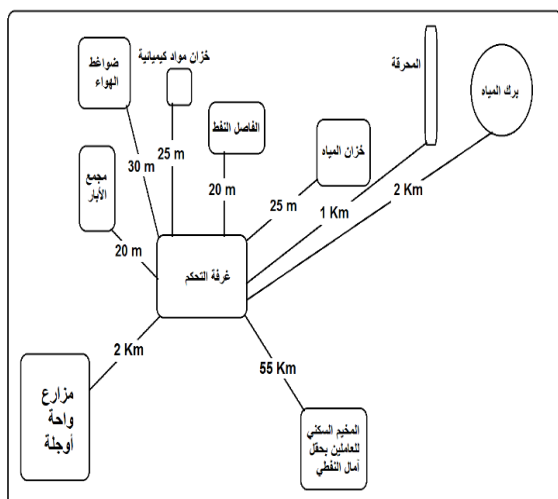
متوسط القراءات خلال ستة أيام PPb	اليوم						الموقع البعد عن المحطة
	6	5	4	3	2	1	
4.833	14	2	3	3	3	4	(1) 2.00Km
12.833	11	45	12	6	1	2	(2) 1.50Km
4	9	4	7	2	0	2	(3) 2.30Km
4	4	6	4	5	0	5	(4) 1.40Km
2.5	4	3	3	2	2	1	(5) 2.50Km
3	3	5	5	1	1	3	(A) 2.00Km
2.1667	3	1	3	3	1	2	(B) 1.50Km
2.5	2	2	4	3	1	3	(C) 2.30Km
4.5	3	9	2	7	2	4	(D) 1.40Km
3.167	4	3	3	4	2	3	(E) 2.50Km

9. مناقشة نتائج القياسات في البيئة المحيطة لواحة أوجلة

توصي المنظمة البيئية الليبية (EGA) و منظمة الصحة العالمية بأن لا يتجاوز مستوى تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) (0.005 PPM)، لتجنب الشكاوى المتعلقة بالرائحة. والشكل (10) يوضح منحنى يمثل مقارنة متوسط قراءات تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في البيئة مع منظمة (EGA).



شكل (11) أبعاد مواقع العمل عن غرفة التحكم بمحطة الزناد- حقل الغاني النفطي



شكل (12) أبعاد مواقع العمل عن غرفة التحكم بمحطة 9- حقل الآمال النفطي

الدراسة المتعلقة بقياس كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الهواء الجوي اتضح أن النسبة الأكبر من غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) موجودة في هذه الجوابي حيث يقدر المتوسط (40 PPM) مع العلم أن الكمية المسموح للتعامل معها لا تتجاوز (10 PPM) ؛ ولهذا فهي تشكل خطراً حقيقياً على العاملين والبيئة المحيطة، بعد الاطلاع اتضح لنا أنه من الأفضل استخدام نظام بسيط وغير مكلف للتخلص من ضرر هذه المياه والاستفادة منها في نفس الوقت ويكون ذلك عن طريق استخدام خزانات توضع فيها هذه المياه بعد تصفيتها من الزيت العالق وإعادة حقنها في طبقة الإنتاج، فبهذه الطريقة لا داعي لاستخدام الجوابي المعرضة للهواء الجوي ويستفاد من المياه بإعادة تنشيط طبقة الإنتاج بمياه لها نفس خواص المياه الموجودة في الطبقة.

❖ خطر الغاز المحتوي على كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

ينبعث الغاز المحتوي على كبريتيد الهيدروجين (H_2S) إلى الهواء الجوي والجزء الآخر يتم حرقه من فترة إلى أخرى، يعتبر هذا الغاز أحد أكبر مسببات التلوث حيث كان متوسط تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) بالقرب من المحرقة حوالي (24 PPM) أعلى من الحد المسموح به، من هذه الدراسة استنتج الباحثون أنه من الأفضل أن تتم تصفية الغاز الملوث عن طريق محطة الأمين التي تم توضيحها في هذا البحث وذلك لتجنب خطر التلوث والاستفادة من هذا الغاز من ناحية اقتصادية. مع نمو الوعي العام في هذه المناطق، سيكون هناك زيادة الضغط لتنظيف هذه النفايات التاريخية والحد من حرق أي غازات قابلة للاشتعال وسامة .

❖ القياسات العملية في المحطة رقم 9 (واحة أوجلة)

من خلال القياسات التي أجريت بالقرب من محطة 9 في مزارع واحة أوجلة يتضح أن معظم القراءات مقبولة، وهناك بعض القياسات تجاوزت متوسطها (12 PPb) وهو أعلى من الحد المسموح به وهو (5 PPb) ، وتعتبر هذه تجاوزات في بعض المواقع خطيرة جدا علي سكان تلك الواحة ، وكذلك لما يسببه من تلوث علي المزارع حيث تعتبر واحة أوجلة مكان مهم لمزارع التمور والخضروات بأنواعها.

❖ إنشاء نظام مراقبة

بالنظر إلى أن هناك آثار صحية على المدى الطويل من التعرض لغاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) ، يجب إنشاء مواقع مراقبة طويلة الأجل بالقرب من منشآت النفط والغاز وبالقرب من المزارع والمناطق السكنية في هذه الواحة وذلك لقياس تركيز الغاز بشكل مستمر وتقييم الأضرار والمخاطر المتوقعة.

والشكل (11) يوضح أبعاد مواقع العمل عن غرفة التحكم بمحطة الزناد- حقل الغاني النفطي، والشكل (12) يوضح أبعاد مواقع العمل عن غرفة التحكم بمحطة 9- حقل الآمال، حيث يتم إنشاء نظام المراقبة لكي يتمكن المشغلين في هذه المواقع من مراقبة تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) بشكل مستمر من غرفة التحكم والموقع السكني دون الحاجة لأجراء القياسات الميدانية في المواقع نتيجة للمخاطر الكبيرة المتعلقة بعملية القياس، ونأمل من أن تكون المحطة 9 ومحطة الزناد نموذجا لتطبيق هذا النظام في جميع الحقول والمواقع النفطية التي يتواجد فيها غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S).

11. التوصيات

من النتائج المتحصّل عليها من البحث فإننا نوصي بالنقاط التالية:

❖ نقص الغاز الحلو في محطة الزناد

اتضح الباحثين من خلال هذه الدراسة أن محطة الزناد-حقل الغاني تواجهها مشكلة كبيرة والمتمثلة في نقص كمية الغاز الحلو والذي يستخدم في برج نزع كبريتيد الهيدروجين، ويستخدم كوقود في المسخّنات وكذلك للحفاظ على الضغط في الأجهزة وخزانات التخزين حيث أن احتياج محطة الزناد من الغاز الحلو في فصل الشتاء أكثر من فصل الصيف والسبب يعود إلى تشغيل المسخّنات لمدة أطول بسبب انخفاض درجة حرارة الجو ، تحتاج المحطة من الغاز الحلو في فصل الصيف (3MMCF/D) وفي فصل الشتاء إلى (3.6MMCF/D) والكمية القادمة إلى محطة الزناد من الغاز الحلو تقدر كحد أقصى (3MMCF/D) ولهذا يواجه نقص في كمية الغاز الحلو وخصوصا في فصل الشتاء، ومن خلال معرفتنا لهذه المشكلة اتضح لنا أنه يمكن إنتاج الغاز الحلو داخل المحطة وذلك بتصفية الغاز المحتوي على كبريتيد الهيدروجين الذي تنتجه المحطة وقيّمته (2.5MMCF/D) والذي يتم حرقه بدون الاستفادة منه، فانه يمكن استخدام محطة مماثلة لمحطة الأمين المستخدمة في حقل الجفرة حيث تقدر سعتها

with the Extraction of Oil and Natural Gas.” EPA-453/R-93-045, October 1993. Publication No. PB941312240).

لتصفية هذا الغاز وتعويض النقص مع العلم أن الكمية التي تحرق (2.5MMCF/D) هي كافية لتغطية محطة الأمين لإنتاج الغاز الحلو لتغطية احتياج محطة الزناد مع وجود فائض.

❖ الاستفادة من الكبريت

يمكن إنشاء مصنع لإنتاج مادة الكبريت بحيث يمكن الاستفادة من كبريتيد الهيدروجين المفصول عن الغاز عوضاً عن حرقه، وهو يعتبر مشروع غير اقتصادي ولكن بعض الدول المتقدمة تستخدمه حفاظاً على البيئة لإنتاج مادة يمكن الاستفادة منها (نوصي باستكمال البحث في هذه النقطة بدراسة مستوفية).

❖ إجراءات التي نوصي باتباعها للتقليل من ضرر غاز كبريتيد

الهيدروجين

- على المشغلين التابعين لشركة الهروج للعمليات النفطية وكذلك مشغلي الشركات المتعاقدة معها للعمل في هذا الموقع استخدام جهاز قياس الغاز (Gas monitor) أثناء التواجد في هذا الموقع.
- التأكد من أن كافة المشغلين متحصلين على الدورة المتعلقة بغاز كبريتيد الهيدروجين من حيث مخاطرة وطرق الوقاية من أضراره.
- علي قسم السلامة بالحقل التأكد من أن العاملين يتبعون اللوائح المتطلبية للتقليل من خطر التعرض لهذا الغاز وعلمهم من أن النسبة المسموح بها هي (10 PPM).
- التأكد في جميع الأوقات من وجود أجهزة الاتصال بالطوارئ في هذا الموقع.

- التأكد من قبل قسم السلامة في هذا الموقع من توفر معدات الحماية الشخصية للعاملين في حالة ارتفاع نسبة الغاز.

❖ إنشاء نظام مراقبة مستمر لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين

(H₂S) في المواقع النفطية

- نوصي باستكمال البحث في هذه النقطة بدراسة مستوفية

12. المراجع

1. <http://sites.google.com/site/sypeteng/research/8.@14/2/2018,18:30>.

2. أ. عبد الرحمن المخرم ، أ. محمد الطيب ، (2015) ، قياس مستوى تركيز كبريتيد الهيدروجين بالمنشآت النفطية (حقل النافورة). مجلة العلوم والتقنية الزاوية. العدد (4)، ص. 54-15.

3. http://sites.google.com.ly/كبريتيد+الهيدروجين/&rlz=1c1ggrv_arly_792&oq=كبريتيد+الهيدروجين&aqs=chrome.69i57j0i5.40115j1j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8.@14/2/2018,18:30.

4. ATSDR. (1999). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Hydrogen Sulphide, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. Available at:

<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp114.pdf>

5. Environment Canada (1984), Hydrogen sulphide: environmental and technical information for problem spills. Environmental Protection Service, Ottawa (1984).

6. US EPA (1993), US. Environmental Protection Agency. "Report to Congress on Hydrogen Sulphide Air Emissions Associated